



Docket No. 37979/GM/ch

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Assignor : Alberto MOLINARI et al
Assignee : ERRE-VIS S.p.A.
Serial No. : 10/625,872
Filed : July 24, 2003
For : "SPHEROIDAL CAST IRON PARTICULARLY FOR..."
Group No. : Still unknown
Examiner : Still unknown

MAIL STOP: PATENT APPLICATIONS

**Hon. the Commissioner of Patents and Trademarks
Washington D.C. 20231 - U.S.A.**

Dear Sirs,

Under the provision of 35 U.S.C. 119 and 37 C.F.R. 1.55(a), the Application hereby claims the rights of priority based on Italian Patent Application:

- No. MI2002A001670 filed on July 26, 2002.

A Certified Copy of said Italian Application is attached hereto.

Respectfully submitted

Guido MODIANO
(Reg. No. 19,928)

Milan, Italy
February 27, 2004



Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N.

MI2002 A 001670



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

18 AGO. 2003

Roma, li

IL DIRIGENTE

Sig.ra E. MARINELLI



AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione **ERRE-VIS S.p.A.**
 Residenza **Calcinaia (Pisa)** codice **00677970501**
 2) Denominazione _____
 Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome **Dr. Ing. MODIANO Guido ed altri** cod. fiscale _____
 denominazione studio di appartenenza **Dr. MODIANO & ASSOCIATI SpA**
 via **Meravigli** n. **16** città **Milano** cap **20123** (prov) _____

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scl) **C21d** gruppo/sottogruppo _____/_____
GHISA SFEROIDALE, PARTICOLARMENTE PER LA REALIZZAZIONE DI SEGMENTI ELASTICI DI TENUTA PER PISTONI DI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA.

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA _____/_____/_____

N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) **MOLINARI Alberto** 3) _____
 2) **ANGUILLESI Dimitri** 4) _____

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato S/R

1) _____/_____/_____
 2) _____/_____/_____

SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

_____/_____/_____
 _____/_____/_____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) **2** **PROV** n. pag. **14** riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
 Doc. 2) **2** **PROV** n. tav. **1** disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
 Doc. 3) **0** **X** lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
 Doc. 4) **1** **RIS** designazione inventore
 Doc. 5) **1** **RIS** documenti di priorità con traduzione in italiano
 Doc. 6) **1** **RIS** autorizzazione o atto di cessione
 Doc. 7) **1** nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale Euro **188,51.-**

obbligatorio

COMPILATO IL **26/07/2002**

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I)

Dr. Ing. MODIANO GuidoCONTINUA SI/NO **NO**

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO

SICAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI **MILANO****MILANO**codice **155**

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2002A 001670

Reg. A.

L'anno **DUEMILADUE**il giorno **VENTISEI**del mese di **LUGLIO**il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. **100** fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE **IL RAPPRESENTANTE PUR INFORMATO DEL CONTENUTO DELLA CIRCOLARE N.423 DEL 01/03/2001 EFFETTUA IL DEPOSITO CON RISERVA DI LETTERA DI INCARICO.**

IL DEPOSITANTE

timbro dell'Ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 001670

REG. A

DATA DI DEPOSITO 26/07/2002NUMERO BREVETTO DATA DI RILASCIO / /

D. TITOLO

GHISA SFEROIDALE, PARTICOLARMENTE PER LA REALIZZAZIONE DI SEGMENTI ELASTICI DI TENUTA PER PISTONI DI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA.

L. RIASSUNTO

Il presente trovato si riferisce ad una ghisa sferoidale, particolarmente per la realizzazione di segmenti elastici di tenuta per pistoni di motori a combustione interna. La ghisa in oggetto, grazie alla sua composizione e ad un particolare trattamento termico, comprendente un trattamento di austenitizzazione seguito da un trattamento di tempra isoterma, presenta caratteristiche meccaniche comparabili con quelle dell'acciaio attualmente utilizzato per la realizzazione di segmenti elastici, pur mantenendo le migliori caratteristiche tribologiche e di autolubrificazione delle ghise sferoidali.

M. DISEGNO

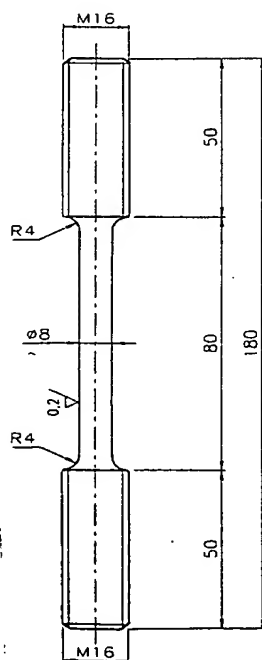


Fig. 1



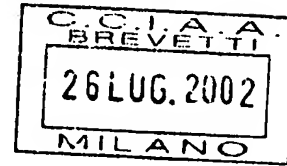


ERRE-VIS S.p.A.,

MI 2002A 001670

con sede a Calcinaia (Pisa).

* * * * *



D E S C R I Z I O N E

Il presente trovato ha come oggetto una ghisa sferoidale, particolarmente per la realizzazione di segmenti elastici di tenuta per pistoni di motori a combustione interna.

Attualmente, i segmenti elastici di tenuta per pistoni di motori a combustione interna si suddividono in due tipologie: segmenti in ghisa sferoidale e segmenti in acciaio.

I segmenti in ghisa si ottengono da getti fusi che vengono poi lavorati per asportazione di truciolo o per rettifica.

La particolare lavorazione della ghisa permette di ottenere segmenti con forme geometriche complesse, che possono adattarsi in maniera ottimale alla conformazione interna del cilindro e a quella del pistone conseguendo un'ottima tenuta dell'olio, limitando il blow-by nei motori a quattro tempi, favorendo la scorrevolezza e quindi consentendo di raggiungere elevatissime velocità di scorrimento ed un'usura contenuta, tutto questo in relazione alle particolari dilatazioni termiche del cilindro che lavorano in antagonismo al segmento elastico, nonché alle minori penetrazioni del segmento nelle luci di travaso dei motori a due tempi.

Un'altra caratteristica sostanziale dei segmenti in ghisa è che la struttura grafitica sferoidale della ghisa permette di avere ottime caratteristiche tribologiche, tali da consentire un'eccellente capacità



autolubrificante, procurando quindi una migliore scorrevolezza, basso coefficiente di attrito e, pertanto, una minore usura nel funzionamento, rispetto a quanto sia possibile ottenere con segmenti in acciaio.

I segmenti in acciaio presentano una resistenza a rottura e a snervamento, nonché una resilienza ed una tenacità, nettamente superiori rispetto a quelle dei segmenti in ghisa e pertanto possono essere utilizzati in condizioni di sollecitazioni fisico-meccaniche anche molto gravose, condizioni che non possono essere sopportate dai segmenti realizzati con le ghise sferoidali attualmente utilizzate in questo settore. Per contro, i segmenti in acciaio non hanno particolari qualità autolubrificanti e, per questo motivo, richiedono l'impiego di coatings superficiali antiattrito.

Compito precipuo del presente trovato è quello di realizzare una ghisa sferoidale, particolarmente per la realizzazione di segmenti elastici di tenuta per pistoni di motori a combustione interna, in grado di eliminare o sostanzialmente ridurre le differenze esistenti con gli acciai attualmente impiegati nel settore specifico in termini di resistenza meccanica, pur mantenendo i vantaggi tipici, e sopra elencati, della ghisa sferoidale in rapporto all'acciaio.

Nell'ambito di questo compito, uno scopo del trovato è quello di realizzare un ghisa sferoidale che consenta di produrre segmenti elastici per pistoni con caratteristiche meccaniche sostanzialmente pari a quelle dei segmenti elastici in acciaio così da realizzare segmenti con una sezione resistente confrontabile con quella dei segmenti elastici in acciaio.



Un altro scopo del trovato è quello di realizzare una ghisa che consenta di produrre segmenti elastici con una durezza uniforme ed omogenea lungo tutto lo sviluppo periferico del segmento.

Un ulteriore scopo del trovato è quello di realizzare una ghisa che consenta di produrre segmenti elastici competitivi anche dal punto di vista economico.

Questo compito, nonché questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da una ghisa sferoidale, particolarmente per la realizzazione di segmenti elastici per pistoni di motori a combustione interna, caratterizzata dal fatto di consistere in una ghisa avente la seguente composizione chimica, nella quale i singoli elementi sono espressi in percentuale di peso mentre la percentuale rimanente è costituita da Fe: 2,50 - 4,00% di C, 1,50 - 5,00% di Si, fino al 0,50% di P, fino al 0,50% di S, fino al 3,00% di Mn, fino al 2,00% di Mg, fino al 5,00% di Cu, fino al 3,00% di Cr, fino al 5,00% di Ni, fino al 3,00% di Mo, fino al 2,00% di Al, fino al 0,50% di Ti, fino al 1,00% di V, fino al 1,00% di W, fino al 1,00% di Nb, fino al 1,00% di Co, e sottoposta ad un trattamento termico comprendente un trattamento di austenitizzazione seguito da un trattamento di tempra isoterma o austempering.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, della ghisa secondo il trovato, illustrata, a titolo indicativo e non limitativo qui di seguito.

La ghisa sferoidale secondo il trovato ha la seguente composizione chimica, nella quale i singoli elementi sono espressi in percentuale di



peso mentre la percentuale rimanente è costituita dal ferro (Fe):

2,50 - 4,00% di C, 1,50 - 5,00% di Si, fino al 0,50% di P, fino al 0,50% di S, fino al 3,00% di Mn, fino al 2,00% di Mg, fino al 5,00% di Cu, fino al 3,00% di Cr, fino al 5,00% di Ni, fino al 3,00% di Mo, fino al 2,00% di Al, fino al 0,50% di Ti, fino al 1,00% di V, fino al 1,00% di W, fino al 1,00% di Nb, fino al 1,00% di Co.

Eventualmente, la composizione della ghisa secondo il trovato potrà comprendere anche Ce, La, B, Ca ed altri elementi fino ad un massimo complessivo del 3,00%.

I vari elementi che compongono la ghisa secondo il trovato sono stati scelti per permettere una migliore temprabilità del materiale e pertanto innalzare la soglia di trasformazione bainitica, nonché per ottenere caratteristiche meccaniche, come resistenza a trazione (UTS e $R_{p0,2}$) allungamento percentuale (A%), tenacità, resistenza all'impatto e resistenza a fatica, superiori rispetto alle ghise sferoidali per segmenti elastici attualmente utilizzate.

Gli intervalli di variazione degli elementi che compongono la ghisa secondo il trovato sono stati determinati attraverso prove e sperimentazioni ripetute per ottimizzare le caratteristiche meccaniche del materiale senza superare quei valori che potrebbero compromettere la colabilità, la sferoidizzazione, la lavorabilità e/o fragilità della ghisa stessa.

In particolare, l'intervallo di variazione del carbonio è stato determinato al fine di avere una struttura grafitica ottimale, per ottenere un'elevata tenacità e resistenza, pur garantendo una buona





formazione e distribuzione grafitica sferoidale.

Il contenuto in Nichel e Rame è stato limitato ai valori sopra indicati per non compromettere la colabilità e la lavorabilità della ghisa.

Il contenuto in Molibdeno è stato limitato al valore sopra indicato per non compromettere le caratteristiche meccaniche della ghisa a causa della formazione di strutture complesse di cementite libera.

Il contenuto in Cromo, Titanio, Vanadio e Tungsteno è stato limitato ai valori sopra indicati per evitare la formazione di carburi complessi che diminuirebbero notevolmente la lavorabilità ed aumenterebbero sensibilmente la fragilità.

Il trattamento termico al quale viene sottoposta la ghisa in getti secondo il trovato comprende un trattamento di austenitizzazione con permanenza della ghisa fino a 180 minuti ad una temperatura di 840°C-1000°C ed un trattamento di tempra isoterma (austempering) con permanenza della ghisa da 5 minuti a 300 minuti ad una temperatura di 250°C-550°C.

Eventualmente, il trattamento termico può essere completato da un trattamento di distensione a temperatura più alta rispetto a quella di tempra isoterma.

Pur essendo il trattamento di austempering un trattamento termico già noto per le ghise sferoidali in generale, nel caso in oggetto tale trattamento è stato ottimizzato al fine di equilibrare, nel caso specifico della produzione di segmenti elastici per motori a combustione interna, un'alta resistenza meccanica (UTS e $R_{p0,2}$) con un'elevata



resistenza a fatica ed elevati valori di resilienza e tenacità.

Generalmente, infatti, si verifica che, con l'aumentare dell'austenite residua, aumenta la resistenza a fatica, ma diminuisce la resistenza a trazione.

Per un segmento elastico per pistoni è necessario però avere sia una elevata resistenza a trazione, sia una elevata resistenza a fatica, questo al fine di garantire il buon funzionamento elasto-meccanico per l'affidabilità del componente e quindi del motore sul quale i segmenti sono montati.

Il trattamento termico ottimale per la ghisa secondo il trovato è stato determinato eseguendo prove sperimentali ripetute e comparando i risultati, in termini di resistenza meccanica, con quelli dei segmenti elastici di acciaio, così da avere ben definiti gli obiettivi quantitativi da raggiungere.

In termini di risultati, la ghisa sferoidale secondo il trovato è una ghisa sferoidale con distribuzione grafitica uniforme tipo VI, con misura degli sferoidi di grafite da 5 a 7 (secondo norma UNI EN ISO 945 "Ghisa: designazione della microstruttura di grafite).

La concentrazione degli sferoidi di grafite, rispetto alla matrice, è compresa tra il 6% e il 12% garantendo un'ottima capacità autolubrificante.

La rotondità degli sferoidi di grafite, espressa in termini di ovalizzazione (D_{\max}/D_{\min}) è compresa tra 1,0 e 1,4 garantendo un basso coefficiente di intensificazione degli sforzi.

La rugosità degli sferoidi di grafite è compresa tra 1 e 1,3



garantendo un'ottima resistenza a fatica. La rugosità degli sferoidi sopra espressa, viene calcolata secondo la formula:

$$\text{Rugosità} = (\text{Perimetro})^2 / (4 \cdot \pi \cdot \text{Area})$$

La ghisa secondo il trovato ha una struttura della matrice di tipo bainitico-austenitica, con percentuali di austenite variabili dal 5% al 50%.

Inoltre, la ghisa secondo il trovato ha una uniforme ed omogenea durezza lungo tutta la distribuzione periferica del getto, con valori di durezza compresi tra 103 HRB e 115 HRB (in Vickers 250-600 HV0,1).

Questa durezza risulta ottimale in quanto una durezza inferiore potrebbe compromettere la funzionalità del segmento elastico, a causa della eccessiva deformabilità plastica e quindi della eccessiva deformabilità del segmento durante l'urto contro le luci (nei motori a due tempi), mentre una durezza superiore comporterebbe difficoltà di lavorazione e problemi di fragilità che potrebbero compromettere l'affidabilità del segmento durante l'esercizio.

Il gradiente di raffreddamento della ghisa, durante il trattamento termico, viene mantenuto il più possibile uniforme ed omogeneo per evitare variazioni di durezza, su uno stesso segmento elastico, superiori a 4 punti HRB che potrebbero compromettere significativamente il comportamento elastico del segmento a contatto con il cilindro del motore durante il funzionamento.

La ghisa secondo il trovato presenta un'ottima resistenza a trazione ($UTS \geq 1100$ Mpa), elevata resistenza a snervamento ($Rp0.2 \geq 800$ Mpa), elevata tenacità [resilienza su provette non intagliate (Impact Energy)]



KC>40 Joule] ed un elevato allungamento percentuale ($A\% > 2,5\%$).

A titolo puramente indicativo e non limitativo, vengono riportati qui di seguito i risultati di test condotti su due tipi di ghisa (Ghisa TIPO 1 e Ghisa TIPO 2) secondo il trovato e i risultati di test condotti su un acciaio (X90 CrMoV18) di tipo noto utilizzato per la produzione di segmenti elastici per pistoni.

I test sono stati effettuati su provette del tipo illustrato nelle figure allegate, in cui:

la figura 1 illustra una provetta di trazione;

la figura 2 illustra una provetta Charpy.

La composizione chimica delle due ghise secondo il trovato è riportata nella Tabella 1.

Ghisa	C	Si	P	S	Mn	Mg	Cu	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	V	W	Nb	Co
TIPO 1	3.72	2.9	0.08	0.05	0.1	0.05	0.05	0.1	2.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1
TIPO 2	3.64	2.4	0.08	0.50	0.1	0.05	1.3	0.1	0.5	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1

Tabella 1

La composizione chimica dell'acciaio è riportata nella Tabella 2.

Tipo acciaio	C	Si	P	S	Mn	Cu	Cr	Ni	Mo	V	W	Co
X90 CrMoV18 (W. Nr 1.14112)	0.92	0.51	0.024	0.022	0.74	-	17.25	-	0.97	0.09	-	-

Tabella 2





Ghisa TIPO 1

Per tale tipologia di ghisa, secondo il trovato, la cui composizione chimica è riportata in Tabella 1, sono stati eseguiti n. 7 tipi differenti di trattamenti termici.

In tutti i test esposti di seguito sono state utilizzate, per la valutazione delle caratteristiche meccaniche, provette di trazione (Fig. 1) e provette Charpy (Fig. 2) appositamente preparate e sottoposte a diverso trattamento termico.

Per ogni test sono state utilizzate no. 5 provette di trazione e no. 5 provette Charpy, i risultati riportati sono la media dei risultati ottenuti nelle 5 prove, i cui valori medi relativi a ciascun test sono riportati in Tabella 3.

Ghisa TIPO 1	Austenitizzazione	Austempering	UTS [Mpa]	Rp0,2 [Mpa]	εr %	Impact Energy [J]
Test n. 1	930°C x 30'	300°C x 60'	1355	1053	2,42	86,63
Test n. 2	930°C x 30'	300°C x 120'	1358	1093	2,32	101,39
Test n. 3	930°C x 30'	330°C x 60'	1066	772	4,17	150,73
Test n. 4	930°C x 30'	330°C x 120'	1249	978	3,38	108,88
Test n. 5	930°C x 30'	360°C x 60'	1035	771	4,62	165,17
Test n. 6	930°C x 30'	360°C x 90'	1007	777	4,05	144,94
Test n. 7	930°C x 30'	360°C x 120'	1044	786	5,88	122,80

Tabella 3

Ghisa TIPO 2

Per tale tipologia di ghisa secondo il trovato, la cui composizione chimica è riportata in Tabella 1, sono stati eseguiti n. 7 tipi differenti di trattamenti termici ; in tutti i test esposti di seguito sono state utilizzate, per la valutazione delle caratteristiche meccaniche, provette di trazione (Fig. 1) e provette Charpy (Fig. 2)



appositamente preparate e sottoposte a diverso trattamento di austempering. Per ogni test sono state utilizzate no. 5 provette di trazione e no. 5 provette Charpy, i risultati riportati sono la media dei risultati ottenuti nelle 5 prove, i cui valori medi relativi a ciascun test sono riportati in Tabella 4.

Ghisa TIPO 2	Austenitizzazione	Austempering	UTS [Mpa]	Rp0,2 [Mpa]	εr %	Impact Energy [J]
<i>Test n. 1</i>	930°C x 30'	300°C x 60'	1359	1118	1.97	68.63
<i>Test n. 2</i>	930°C x 30'	300°C x 120'	1357	1130	1.97	81.09
<i>Test n. 3</i>	930°C x 30'	330°C x 60'	1266	1019	2.99	104.32
<i>Test n. 4</i>	930°C x 30'	330°C x 120'	1219	978	3.15	105.10
<i>Test n. 5</i>	930°C x 30'	360°C x 60'	1231	995	3.51	103.40
<i>Test n. 6</i>	930°C x 30'	360°C x 90'	999	785	4.45	105.90
<i>Test n. 7</i>	930°C x 30'	360°C x 120'	1071	840	5.84	116.52

Tabella 4

Acciaio X90 CrMoV18 (W. Nr. 1.4112)

Per tale tipologia di acciaio, la cui composizione chimica è riportata in Tabella 2, sono stati eseguiti n. 5 test; in tutti i test esposti di seguito sono state utilizzate, per la valutazione delle caratteristiche meccaniche, provette di trazione (Fig. 1) e provette Charpy (Fig. 2) appositamente preparate e sottoposte ad uno stesso diverso trattamento termico. I risultati di questi test sono riportati nella Tabella 5.

Test	Tempra	Bonifica	UTS [Mpa]	Rp0,2 [Mpa]	εr %	Impact Energy [J]
<i>Test n. 1</i>	1050°C e tempra in olio	600°C x 120'	1354	1191	1.17	68.42
<i>Test n. 2</i>	1050°C e tempra in olio	600°C x 120'	1338	1226	1.08	79.49
<i>Test n. 3</i>	1050°C e tempra in olio	600°C x 120'	1295	1196	0.97	58.44
<i>Test n. 4</i>	1050°C e tempra in olio	600°C x 120'	1303	1204	1.00	72.59
<i>Test n. 5</i>	1050°C e tempra in olio	600°C x 120'	1295	1181	0.94	74.81

Tabella 5



Si è in pratica constatato come la ghisa sferoidale secondo il trovato assolva pienamente il compito e raggiunga gli scopi prefissati in quanto consente di produrre segmenti elastici con caratteristiche di resistenza meccanica comparabili con quelle dei segmenti elastici in acciaio pur mantenendo tutti vantaggi tipici della ghisa sferoidale.

Benchè la ghisa secondo il trovato sia stata concepita in particolare per la produzione di segmenti elastici di tenuta per pistoni di motori a combustione interna, potrà essere utilizzata con vantaggio anche per la realizzazione di segmenti elastici di tenuta per gruppi compressori o per la realizzazione di anelli di tenuta per gruppi oleodinamici o pneumatici.

La ghisa sferoidale, così concepita, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

* * * * *



R I V E N D I C A Z I O N I

1. Ghisa sferoidale, particolarmente per la realizzazione di segmenti elastici per pistoni di motori a combustione interna, caratterizzata dal fatto di consistere in una ghisa avente la seguente composizione chimica, nella quale i singoli elementi sono espressi in percentuale di peso mentre la percentuale rimanente è costituita da Fe: 2,50 - 4,00% di C, 1,50 - 5,00% di Si, fino al 0,50% di P, fino al 0,50% di S, fino al 3,00% di Mn, fino al 2,00% di Mg, fino al 5,00% di Cu, fino al 3,00% di Cr, fino al 5,00% di Ni, fino al 3,00% di Mo, fino al 2,00% di Al, fino al 0,50% di Ti, fino al 1,00% di V, fino al 1,00% di W, fino al 1,00% di Nb, fino al 1,00% di Co, e sottoposta ad un trattamento termico comprendente un trattamento di austenitizzazione seguito da un trattamento di tempra isotermica o austempering.

2. Ghisa sferoidale, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto di comprendere altri elementi in lega fino ad un massimo complessivo del 3,00%.

3. Ghisa sferoidale, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detto trattamento di austenitizzazione ha un tempo di permanenza fino a 180 minuti ad una temperatura di 840°C-1000°C.

4. Ghisa sferoidale, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detto trattamento termico comprende un trattamento di distensione ad una temperatura più alta della temperatura di detto trattamento di tempra isotermica.

5. Ghisa sferoidale, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di presentare una struttura della





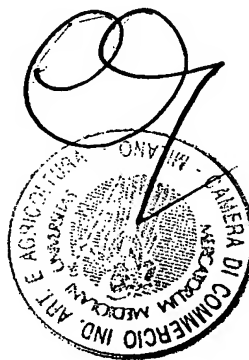
matrice di tipo bainitico-austenitica con percentuale di austenite sostanzialmente compresa tra il 5% e il 50%.

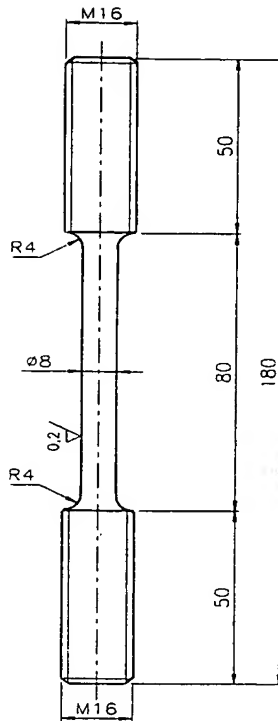
6. Segmento elastico, particolarmente per pistoni di motori a combustione interna, caratterizzato dal fatto di essere realizzato con una ghisa secondo una o più delle rivendicazioni precedenti.

7. Ghisa sferoidale, particolarmente per la realizzazione di segmenti elastici per pistoni di motori a combustione interna, e segmento elastico realizzato con detta ghisa, caratterizzati dal fatto di comprendere una o più delle caratteristiche descritte e/o illustrate.

Il Mandatario:

- Dr. Ing. Guido MODIANO -





MI 2002A 001670

Fig. 1

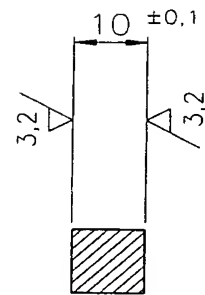
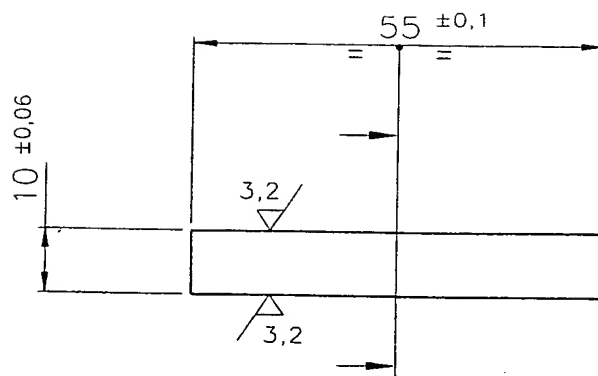


Fig. 2

per